8

NEUE UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DEN

BAU UND DIE ENDIGUNG DER NERVEN

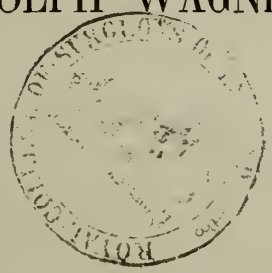
UND

DIE STRUKTUR DER GANGLIEN.

SUPPLEMENT ZU DEN ICONES PHYSIOLOGICAE

VON

RUDOLPH WAGNER.



MIT EINER KUPFERTAFEL.

LEIPZIG,
LEOPOLD VOSS.
1847.

DEN HERREN

CARLO MATTEUCCI UND PAOLO SAVI

PROFESSOREN IN PISA

IN HOCHACHTUNG UND FREUNDSCHAFT

DER VERFASSER.

VORWORT.

Die nächste Veranlassung zu den nachstehenden Beobachtungen gab die schöne Arbeit von Paolo Savi: *Etudes sur le système nerveux et sur l'Organe électrique de la Torpille,* welche als Anhang zu Matteucci's *Traité des phénomènes électro-physiques des animaux* im Jahre 1844 zu Paris erschien. Savi giebt hier an, dass er schon im Winter 1840 die merkwürdige Entdeckung von der Theilung der Nervenprimitivfasern in dem elektrischen Organe des Zitterrochens machte und seine Beobachtungen hierüber beim Congress der Naturforscher zu Florenz mittheilte, in dessen Akten sie auch abgedruckt sind. Gleichwohl scheint diese Entdeckung, in Deutschland wenigstens, bis zur Erscheinung obiger Schrift unbekannt geblieben zu sein, da kein Schriftsteller über Histologie und keiner der Jahresberichte derselben gedenkt. Mir war die Sache wenigstens völlig unbekannt und ich konnte mir selbst einiges Misstrauen nicht verbergen, da dieselbe der mir und der Mehrzahl der Histologen eigenthümlichen Grundanschauung von der schlingenförmigen Endigung der ungetheilten Primitivfasern widerstrebte. Der erste Blick in das Mikroskop auf die Verzweigung der Nerven im elektrischen Organe überzeugte mich jedoch von der Richtigkeit der Angabe Savi's; nur fand ich die Bildung noch verwickelter und zusammengesetzter, als sie mein verehrter Freund beschreibt und abbildet. Bald fand ich nun noch andere merkwürdige Dinge beim Zitterrochen. Die Untersuchung dieses Thieres ward mir um so angenehmer, als ich durch die Güte meines werthen Freundes Matteucci öfter Gelegenheit hatte, ganz frische, ja noch lebende Exemplare hier in Pisa zu erhalten. Die Bequemlichkeit, die dieser Fisch, ähnlich wie der Frosch unter den Amphibien, darbietet, ich möchte sagen die Reinlichkeit, die glatte Haut, das weiche Knorpelgerüste u. s. w. gewährten mir den Vortheil, auch bei beschränkten technischen Hilfsmitteln, deren sonst der Anatom bedarf und die mir hier fehlten, die Verfolgung der gemachten Entdeckungen vorzunehmen. Um die Allgemeinheit mehrerer Bildungen festzustellen, dehnte ich die

Untersuchung auch auf andre Rochen und auf Haifische aus, wie sie der Markt dahier, wenn auch nicht in ganz frischem Zustande, bot. Das meiste Eigenthümliche, was ich fand, zeigte sich mir schon Ende des Jahres 1846 und ich habe eine kurze Mittheilung darüber an die Königl. Sozietät der Wissenschaften in Göttingen gelangen lassen, so wie an die Redaktion des Jahresberichts über die Fortschritte der gesammten Medizin. Es war mir sehr erfreulich, hier mit dem Gründer dieses grossartigen Unternehmens, meinem werthen Freunde, Professor Canstatt, den laufenden Winter zuzubringen, dem ich obige Notiz übergab und den ich als Zeugen der Entdeckungen anführen kann. Ich habe die Beobachtungen ohne alle spezielle Beziehung zu den bisherigen Arbeiten gegeben, denn leider fehlt mir hier ein grosser Theil der deutschen Literatur; was im verflossenen Jahre über diese Materie etwa publizirt worden seyn mag, ist mir völlig unbekannt und die neuesten Arbeiten aus den Jahren 1844 und 1845 sind mir nur nach den Auszügen von Henle und Valentin in obengenanntem Jahresbericht zugänglich, da ich seit anderthalb Jahren von der Heimath entfernt bin. Dagegen freut es mich, hiemit wenigstens Nachträge und Berichtigungen zur dritten Auflage meines Lehrbuchs und zu den entsprechenden Tafeln in den *Icones physiologicae* liefern zu können.

Pisa, Ende Januar 1847.

R. Wagner.

I. STRUKTUR DER PRIMITIVFASERN.

Bekanntlich streitet man sich noch immer über die Elemente, aus denen die peripherischen Nervenprimitivfasern zusammengesetzt sind (Vgl. mein Lehrb. d. Physiol. 3te Auflage §. 391 u. f.). Manche nehmen eine einfache, Andere eine doppelte Scheide an; Andre läugnen eine Scheidenbildung wenigstens als etwas den Nervenprimitivfasern allgemein Zukommendes. Aehnliche Differenzen finden sich über den Markinhalt. Henle hat in seinem Jahresbericht für 1844 die betreffenden Ansichten mit eigenen Erfahrungen zusammengestellt. Die doppelte Contur des Marks galt mir selbst, wie mehreren Anderen, als Ausdruck einer ursprünglichen Bildung, einer Röhre, welche das blässere Nervenmark einschliessen sollte. Viele glauben, dass ganz frische Nervenfasern immer nur einfache Conturen zeigen. Ob im Centrum der Fibrille wieder eine eigenthümliche bandförmige oder cylindrische Axenmasse als primaire Bildung vorhanden ist, das von Remak sogenannte Primitivband oder der von Purkinje und Rosenthal beschriebene Axencylinder, auch darüber haben sich verschiedene Ansichten geltend gemacht.

Die Knorpelfische, besonders der Zitterrochen, geben über alle diese Verhältnisse sehr schöne Aufschlüsse. Sobald die Primitivfasern aus den Centraltheilen herausgetreten sind, werden sie immer von einer feinen Scheide umschlossen. Diese liegt jedoch oft so enge an, wie z. B. *Fig. I. a, b, c, Fig. V. a* und *b*, dass man sie auf den ersten Blick nicht wahrnimmt. Oft ist sie aber als blasse Contur auch hier sehr deutlich, *Fig. VIII.* und *IX. c.* Viel deutlicher wird sie noch, sobald wie z. B. in *Fig. I. e. d.* * das Mark sich in wurstförmige Stücke abtheilt, zwischen welchen sie ein leicht streifiges, vielleicht auch nur gerunzeltes Gefüge zeigt. Die Scheide nimmt nun bei der peripherischen Ausbreitung der Primitivfasern nicht selten an Dicke zu, aber in verschiedenen Geweben verschieden. Am stärksten ist diess der Fall in dem elektrischen Organe, namentlich in den Zweigen des *vagus*, etwas schwächer vielleicht im *trigeminus*. *Fig. II. c* ist eine solche starke Primitivfaser aus dem elektrischen Zweige des *trigeminus* dargestellt. Man sieht, wie in andren Fibrillen des *vagus*, die faserige Scheide als ansehnliche Begrenzung in * dargestellt. An verschiedenen Stellen sind längliche dunkle Kerne in die Substanz der Scheide eingeschlossen, wie man in den citirten Figuren bei ** sieht. Es gelingt auf mannigfache Weise, das Mark aus der Scheide zu entfernen und diese isolirt darzustellen, durch nichts aber besser, als durch etwa achttägige Maceration des elektrischen Organs in wässerigem Weingeist, wie man in *d Fig. II.* wahrnimmt, wo es namentlich auch gut gelingt, die etwas granulirten Kerne ** in der hyalinen Wand der Scheide eingelagert zu sehen. Diese Scheide nimmt nun mit dem Dickerwerden der Markfibrille gegen ihre Ausstrahlung im elektrischen Organe noch beträchtlich zu und zeigt hier zahlreiche parallele Streifen, wahrscheinlich als Ausdruck der sie konstituirenden Fasern, wie *Fig. III. A. a, a*, nebst den eingebetteten Kernen, *b, b* zu sehen ist. Wie weiter unten beschrieben werden

wird, theilt sich die Primitivfaser in eine Anzahl Aeste, welche ein Maschennetz auf den Scheidewänden der Querblättchen des elektrischen Organs formiren. Die Markfasern dieser Aeste, *Fig. III. c, c, c, c.* werden überall von der sie locker umhüllenden, sehr durchsichtigen Scheide *e, e, e, e* begleitet, welche von der Scheide der Primitivfibrille ihren Ursprung nimmt und die weiteren Aeste an der dichotomischen Theilung zu begleiten fortfährt. Ueberall findet man einzelne Kerne *b, b, b* eingelagert.

Das Nervenmark scheint im ganz frischen Zustande immer nur eine einfache dunkle Contur zu zeigen, *Fig. I. a, Fig. VIII. a.*, welcher sich aber so häufig als schnell eine zweite, in der Mehrzahl der Figuren dargestellte parallele Contur anbildet, so dass man gut thut, diese doppelte Contur auf Bildern der Fasern, zur scharfen und kenntlichen Markirung derselben und zur Unterscheidung von andren Fasern immer darzustellen. Diese doppelte Contur erscheint auch in der Regel, wenn das zähe, ölähnliche Mark sich innerhalb der Scheide zu lösen, in Brocken abzusondern *(Fig. I. d. e.)* beginnt, eben so, sobald es am abgerissenen Ende einer Fibrille kolbenartig *(Fig. I. e. ** Fig. V. a. *)* auszutreten anfängt. Solche ausgetretene Markparthieen nehmen bekanntlich auf der Glasplatte verschiedene Formen an, indem sie zu rundlichen oder länglichen Stücken zusammenfliessen, wie z. B. *f. g. Fig. I.*, diese Stücke zeigen dann sehr häufig, ja gewöhnlich bei richtiger Beleuchtung die doppelten Conturen.

In den dünnen Fasern *Fig. V. b. Fig. IX* finde ich im Wesentlichen dieselben Elemente, wie in den dicken; ja in den letzten Enden der Primitivfasern im elektrischen Organ, vor ihrer Ausstrahlung in das sekundäre Netz, sahe ich ähnliche Verhältnisse, wie ich sie gerade beschrieben habe. Vgl. *Fig. IV. A. a—c. B. C. a—c.*

Meine Ansicht stimmt im Wesentlichen, in Bezug auf das Mark, mit der von Henle im Jahresbericht für 1844 ausgesprochenen überein.

Ich glaube, dass die Primitivfasern 1) aus einer zellgewebigen Scheide von verschiedener Dicke bestehen. 2) Aus einem ölähnlichen, nur noch dickflüssigeren, durchsichtigen, opalartig aussehenden Markcylinder, von dem sich sehr leicht durch eine Art Gerinnung der nach aussen gekehrte Theil absondert, wodurch die doppelten Conturen entstehen, welche selbst den Charakter einer sekundären Scheide annehmen können. Dies letztere erkennt man in sehr seltenen Fällen, wenn es gelingt, einen Querdurchschnitt einer Nervenprimitivfaser mit dem Mikroskop zu betrachten. Zuweilen sondert sich auch ein eigener Axencylinder ab, was ich besonders deutlich in den vom elektrischen Lappen abgehenden Primitivfasern gesehen habe.

II. PERIPHERISCHE AUSBREITUNG UND ENDIGUNG DER PRIMITIVFASERN.

Gegen die Endschlingen der Primitivfasern, wie ich sie im Sinne anderer Beobachter früher angenommen, auf *Tab. XXI.* und *XXIX.* der *Icones physiologicae* nach eigenen und fremden Anschauungen dargestellt habe, sprach ich in der dritten Auflage meiner Physiologie S. 473 §. 394 bereits meine Bedenken aus.

Diese Bedenken haben sich durch meine jüngsten Untersuchungen selbst in Beziehung auf den Hörnerven nur gesteigert. Am ersten sind die Endschlingen noch im Hörorgan anzunehmen.

Nur in den Pacini'schen Körperchen, glaube ich, kennt man das Ende genau. Denn diese Elementarorgane gestatten bei hinreichender Durchsichtigkeit eine befriedigende mikroskopische Analyse.

In der Haut und in den Muskeln habe ich wohl die Endplexus gesehen, aber keine Endschlingen beobachtet. Es wäre mir lieb gewesen, wenigstens für ein motorisches und ein sensibles Gebilde, wie z. B. die Muskeln und das Hörorgan, zu einer sicheren Entscheidung zu kommen. Bis jetzt gelang es mir aber nicht, obwohl ich die Hoffnung dazu nicht aufgebe.

Mit völliger Sicherheit erkennt man jedoch die peripherische Endigung der Nerven in dem elektrischen Organe, welches man nach seiner physiologischen Bedeutung wie seinen histologischen Nervenelementen als ein eminent motorisches betrachten muss.

Ich übergehe hier alle die Momente, welche sich auf die Struktur des genannten Organs als solches beziehen, indem ich eine feinere Anatomie desselben an einem anderen Orte geben werde. Ich berühre nur, was unmittelbar die Nerven angeht.

Das Organ erhält nehmlich durch die Aeste des *vagus* und *trigeminus* exklusiv breite Nervenfasern, welche sehr gleichmässig stark sind und im Durchmesser gegen die Peripherie sogar zunehmen, sowohl in ihrer Scheide als ihrem Markinhalt. Die *Fig. II. a* und *b* abgebildeten Primitivfasern messen im Mittel $^1/_{150}$ Linie, oszilliren zwischen $^1/_{130}$ und $^1/_{180}$ Linie. Das Ende eines solchen Nerven misst im Markcylinder bei *A Fig. III.* $^1/_{100}$ Linie, und da, wo sich selbe theilt, oft noch beträchtlich mehr. Jedoch schwankt die Dicke bei einzelnen Fasern zwischen $^1/_{80}$ und $^1/_{60}$ Linie. Von dem Ende dieser dicken Markfibrille entspringen nun bei + zwölf bis funfzehn Aeste büschelförmig, welche sofort zwischen die Scheidewände der Säulchen eindringen, sich nach kurzem Verlaufe auf den Querblättchen, wobei sie zum Theil strahlförmig sich verbreiten, dichotomisch theilen und mit darüber oder darunter liegenden Aesten anderer Fibrillen sich zu einem weiten Maschennetz verbinden, wie die Ansicht auf *Fig. III.*, noch besser aber die Betrachtung einer grösseren Fläche in der Natur zeigt. Die nähere Beschreibung dieser Nervenäste ist schon oben gegeben worden;

sie zeigen bald einfache, bald doppelte Conturen, erhalten aber ihre einfachen Conturen viel länger, als die Primitivfasern. Jeder Ast giebt wieder dichotomisch im Verlauf weitere Aeste ab; sehr selten sah ich auch eine dreifache Theilung. Die Zweige jedes Astes entspringen etwas schmäler von der Markmasse des letzteren, werden selbst aber dann wieder breiter. Ein solcher Zweig nun endigt entweder selbst mit feiner Ausstrahlung in das sekundäre Maschennetz, wie ich dieses sogleich zu beschreibende zum Unterschied von dem primären der Aeste erster Ordnung *(c, c, c, c Fig. III.)* nenne, oder es tritt ein solcher Zweig aus einer bogenförmigen Verbindung zweier solcher Aeste, wie *f, f* aus der Ansa von *d, d Fig. III.* hervor. Dieser Zweig theilt sich wieder in ein Paar sehr gespreizte Schenkel *g, g*, die sich in andere Aeste g^2, g^2 wieder theilen, die dann selbst zuletzt im Muttergewebe des elektrischen Organs dessen Epitheliumähnliche, mit Kernen *h, h* (jedoch nicht allenthalben) versehene Zellen umspinnen.

Bei diesen sich etwas zukeilenden Zweigen der Aeste erster Ordnung *(Fig. IV. A. B. C. a—d)* fragt es sich nun, wie verhält sich hier Scheide und Mark. Zur Beantwortung dieser Frage bedarf es einer recht klaren und starken Vergrösserung. Hier sieht man nun einige Verschiedenheiten. In der Mehrzahl der Fälle setzt sich das Mark *a Fig. IV. B. c. Fig. IV. A* kontinuirlich oder unterbrochen bis zu den gespreizten Schenkeln *B. d* fort. Man sieht hier den feinen Markinhalt mit einfachen oder doppelten dunklen Conturen gegen die Theilung offen. Zuweilen hört aber das Mark hier, wie *Fig. IV. C. c.* geschlossen auf. Die Scheide scheint sich immer in das sekundäre Netz zwischen die Zellen des elektrischen Organs fortzusetzen und gleichsam dessen Skelet zu bilden. In der That aber bin ich der Ansicht, dass das Mark, nur in etwas veränderter Gestalt, ähnlich, wie wir es in den Ganglienzellen sehen werden, bis in die Aeste des sekundären Netzes fortgeht. Man sieht bei recht klarer und starker Vergrösserung in *d, d, d Fig. IV. A.* eine krümliche Masse unmittelbar vom Mark *c* entspringen und sich aus dessen offenem Ende fortsetzen in alle feineren Zweige.

Spätere Untersuchungen zeigten mir, dass die normale Bildung wohl stets wie *Fig. IV. B. a. c* ist; hat der Fisch etwas gelegen, ist Wasser auf den Schieber des Mikroskops eingedrungen, so stellt sich das Mark so unterbrochen dar wie *Fig. IV. A. C. a. b. c.*

Zur Wahrnehmung dieser Verhältnisse bedarf man einer recht klaren Vergrösserung. Ich bin hier Herrn Oberhäuser dankbar verpflichtet, welcher mir für diese Untersuchungen ein vortreffliches Linsensystem sandte.

III. STRUKTUR DER GANGLIEN.

Welche grosse Schwierigkeit die Verfolgung der Nervenprimitivfasern in den Ganglien der Wirbelthiere darbietet, weiss Jeder, der sich näher damit beschäftigt hat. Die neuesten Arbeiter im Gebiete der mikroskopischen Anatomie der Nerven bekennen, dass man noch nicht sicher weiss, wie sich die Ganglienzellen zu den Primitivfasern verhalten. Nur Kölliker glaubt, nach höchst schwierigen Untersuchungen, wirklich bestimmt den Ursprung der Primitivfasern von Ganglienkugeln beim Frosch, am *Ganglion ciliare* der Katze und im *Ganglion nervi vagi* der Fische gefunden zu haben. Ich habe bei Anführung dieser Beobachtungen in der 3ten Auflage meiner Physiologie §. 396 erwähnt, dass mir bei diesen Thieren die Nachweisung der wichtigen Thatsache nicht gelungen ist. Valentin erwähnt in seinem Jahresberichte für 1844 die von ihm getroffenen Schwierigkeiten bei der Untersuchung der Ganglien.

Ich war im hohen Grade überrascht, bei *Torpedo*, dann ganz übereinstimmend bei *Squalus* und *Raja*, im Verhältniss zu den bisher von mir untersuchten Wirbelthieren den Zusammenhang der Primitivfasern mit den Ganglienzellen so überaus deutlich und leicht darstellbar zu finden, obwohl es natürlich auch hier zur Zerfaserung der Ganglien einiger Mühe und Geschicklichkeit bedarf. Es ist mir indess selbst an Weingeist-Exemplaren allmählig gelungen, und ich zweifle nicht, dass es Anderen hier ebenfalls gelingen wird, die Thatsache, beim Mangel an frischen Exemplaren, zu verifiziren.

Ganz gleichmässig ähnlich fand ich das Verhalten in den Spinalganglien, in den Ganglien der Kiemenzweige des *vagus*, in denen des Seitennerven und im Wurzelganglion des *trigeminus*. Dasselbe Resultat ergab sich bei vielleicht tausend deshalb verfolgten Primitivfasern und Ganglienzellen.

In allen diesen Ganglien kommt nur wenig lockeres Zellgewebe vor und die Knötchenfibrillen fehlen ganz, — Verhältnisse, welche sowohl die Untersuchung erleichtern, als Täuschungen verhüten.

Nachdem ich anfänglich blos die schon früher bekannten Fortsätze an den Ganglienkörpern beobachtet hatte, sah ich zuerst *(Fig. V. g.)* bei einer Zelle aus dem Kiemenzweigganglion von *Torpedo* eine Nervenfaser mit ihrem Marke β unmittelbar in den Fortsatz α des Ganglions übergehen, wobei der feinkörnige Inhalt des Ganglions sich auf beiden Seiten, in α und γ, in die entsprechende Wurzel der Primitivfaser fortsetzte. Die Zelle selbst war auf die bekannte Weise gebildet und zeigte einen bläschenartigen Kern mit Kernkörperchen. In demselben Ganglion kommen kleinere Ganglienkugeln *h* vor, welche diese Fortsätze nicht zeigten und sich so verhielten, wie man sie so oft beim Frosch findet.

In sehr vielen anderen Fällen, bei *Torpedo*, *Raja* und *Squalus (Fig. V. c—e, Fig. VII.)* fand ich nun bald, dass überall, wo die Beobachtung klar war, von jeder Ganglienzelle nie weniger und nie mehr als zwei Primitivfasern entsprangen. Aus den grossen Ganglienzellen, die bis $^1/_{20}$ und

selbst $^1/_{15}$ Linie messen, entspringen gewöhnlich breite Primitivfasern, immer aber in der Nähe des Ganglienkörpers mit punktirtem Inhalt; erst später zeigt die Fibrille das genuine Ansehen einer Nervenprimitivfaser mit allen charakteristischen Kennzeichen z. B. *Fig. VI. p, r.* Aus den kleineren Ganglienzellen entsprangen jedoch gewöhnlich feinere Fasern, dünne Fibrillen mit mehr körnigem Inhalt. Jedoch waren die Fälle nicht selten, wo aus grösseren Zellen schmale Nervenfasern, aus kleineren breitere Fibrillen ihren Ursprung nahmen. Ja zuweilen ging die eine Faser in eine breite über, die andere blieb dünn. In einzelnen sehr wenigen Fällen, wie z. B. *Fig. VII. d*, sah ich nur an einer Seite eine Faser abgehen, ohne dass an der anderen eine abgerissen zu sein schien. Diess war jedoch so überaus selten und in vielen Fällen war noch ein Rudiment der anderen anhängenden Faser zu erkennen, oder es trat hier das Mark aus z. B. *Fig. VI. n* und *s*, so dass es keinem Zweifel unterworfen blieb, man hatte es mit einer beim Präpariren verletzten Zelle zu thun.

Ueberaus schön gelang es aber in selteneren Fällen Präparate zu erhalten, wo das Mark bis in die Zelle zu verfolgen war, so z. B. in *Fig. VI. a.* Hier trat das Mark mit den doppelten Conturen aus der Fibrille *b* in den körnigen Inhalt der Zelle und grenzte sich hier ab, während eine solche scharfe Grenze bei der anderen Fibrille *f* nicht wahrzunehmen war. Ein anderes merkwürdiges Verhältniss zeigt sich in der Zelle *g*, worüber die Erklärung der Tafel die nähere Nachweisung giebt. Der letztere Fall ist mir später nie mehr vorgekommen.

Ueberaus klar war das Verhältniss zu den Hüllen. Die Nervenscheide z. B. *d Fig. VI. a* setzt sich von der Primitivfaser unmittelbar als Ueberzug der Zelle fort, was man auch bei entleerten Zellen *Fig. V. e* wahrnimmt. Der Inhalt zeigt stets eine feinkörnige Masse; es scheint, als ob die Molekule von einem zähen, eiweissartigen Bindemittel zusammengehalten werden, denn der Inhalt zerfliesst nicht und behält bei geplatzter Zelle die Form derselben ziemlich bei, vgl. *Fig. V. f. Fig. VI. n. s. v.* Einmal kam ein Verhältniss vor, wie *Fig. VI. s. u. u*, das in der Erklärung der Tafel näher besprochen ist.

In vielen Fällen konnte ich die beiden Fasern eine grosse Strecke verfolgen, und immer war die eine in die Wurzel des Nerven, also gegen die Centraltheile, die andere nach der Peripherie hin streichend zu beobachten.

Treten in den Ganglien alle Wurzelfasern in Ganglienzellen und entspringen wieder welche aus diesen? Giebt es einfach durch das Ganglion hindurchtretende Fibrillen, welche keine Combination mit Ganglienzellen eingehen? Diess ist schwierig zu beantworten, denn es finden sich immer so viele Ganglienzellen und Fibrillen, dass die Zählung schwer wird. Doch glaube ich in der Regel ziemlich so viele Fasern ein- und austreten gesehen zu haben, als Ganglienzellen vorhanden waren, so z. B. in den Spinalganglien 250 bis 400 Ganglienkörper und eben so viele Fibrillen in der Wurzel. Die Verfolgung ist übrigens um so schwieriger, als oft einzelne Ganglienzellen, die ich mit Faserursprüngen wie gewöhnlich beobachtet habe, zerstreut oder in kleinen Häufchen noch ziemlich entfernt von der Hauptanhäufung, d. h. dem eigentlichen Ganglion, vorkommen; diess zeigt sich namentlich sehr schön und deutlich am Seitennerven *(n. lateralis).*

Leider gaben mir die Ganglien in den sympathischen Geflechten der Eingeweide kein so entscheidendes Resultat; denn hier kommen viel mehr verfilzende Zellgewebsfasern vor und die Ganglienzellen reissen gar zu leicht ab.

Ueber die Primitivfasern und die Zellen in den Centraltheilen enthalte ich mich hier der Angaben, da ich hierüber noch zu keinen so präcisen Resultaten gekommen bin.

Eben so enthalte ich mich hier theoretischer Reflexionen in dieser rein deskriptiven Abhandlung. Ich werde darauf in einem Artikel im Handwörterbuch der Physiologie zurückkommen. Nur so viel sei hier gesagt:

1) In den obenerwähnten Ganglien scheint jede aus den Centraltheilen kommende Fibrille in eine Ganglienzelle überzugehen, so wie von dieser wieder eine nach der Peripherie abgegeben wird.

2) Eine Multiplikation der Fasern in diesen Ganglien ist somit unwahrscheinlich.

3) Ein Unterschied zwischen feinen und breiten Fasern ist in den Ganglien nicht streng durchzuführen.

4) Ueberall, wo diese Bildungen beobachtet wurden, hat man es mit sensiblen Fasern zu thun.

5) Die sehr breiten Fibrillen der Nerven der elektrischen Organe treten durch keine Ganglien hindurch.

6) Man sieht die Wichtigkeit dieser anatomischen Thatsachen in Bezug auf die jetzt herrschenden physiologischen Ansichten ein.

7) Die Analogie wichtiger Strukturverhältnisse in der Klasse der Wirbelthiere ist so gross, dass das, was hier an Fischen beobachtet wurde, wohl auf alle Vertebraten mit Einschluss des Menschen anwendbar ist. Ja bereits habe ich beim Frosch ganz gleiche Verhältnisse beobachtet.

NACHTRAG.

Der vorliegende Aufsatz war Ende Januar geschrieben und zum Druck nach Leipzig abgegangen. Heute erhalte ich die Bogen nebst der Kupfertafel zur Revision. Ich bin seitdem unablässig bemüht gewesen, die Beobachtungen in grösserer Breite zu verfolgen. Mehrmals habe ich seitdem Mittheilungen an die K. Sozietät der Wissenschaften in Göttingen sowie an die Académie des Sciences in Paris gemacht, auf deren Bulletins ich daher verweisen muss.

Nur Folgendes will ich hier bemerken:

1) In Bezug auf die Vertheilung der Primitivfasern im elektrischen Organ habe ich jetzt gefunden, dass die Verzweigung, wie ich sie oben angegeben habe und wie sie namentlich die Abbildung zeigt, zwar ganz richtig ist, dass aber niemals eine Maschen- oder Schlingenbildung der Aeste, weder unter sich, noch mit Aesten anderer Primitivfasern statt findet. Dieses, wie es Savi abgebildet hat, ist nur scheinbar, indem die Verzweigungen mehrerer Primitivfasern übereinander liegen.
2) Eine Primitivfaser *A. Fig. III.* kann bis auf 25 Aeste *c. c. c.* haben.
3) Jeder solcher Ast vertheilt sich baumförmig im elektrischen Gewebe, geht nie maschenartige Verbindungen ein, sondern
4) geht in Endäste *Fig. IV. A. B. C.* über, aus denen die feinsten aus blassem Mark bestehenden Verästelungen *d. d.* hervorgehen.
5) Diese verlieren sich zuletzt in Endästchen von $^1/_{800}$ — $^1/_{1000}$ Linie im Durchmesser ohne ein Maschennetz zu bilden im Parenchym des elektrischen Organs, welches nur scheinbar den Charakter eines Epitheliums zeigt.
6) Das Gesetz der isolirten Leitung einer Faser vom Centrum aus ist mithin auch hier gesichert, wie ich näher in meinem letzten Berichte an die K. Sozietät der Wissenschaften in Göttingen angegeben habe.
7) In Bezug auf die Ganglien habe ich jetzt gefunden, dass auch die Ganglien des Sympathicus einen ähnlichen Bau haben. Von jeder Ganglienkugel entspringen 2 Fasern, ganz wie in den Cerebrospinalganglien.
8) Diese Untersuchungen führen wieder sehr ab von der Ansicht der Existenz eigner nutritiver d. h. sympathischer Fasern, welche aus den Ganglien als Centralorganen entspringen sollen.

9) Robin, der wenigstens bei den Spinalganglien selbstständig zu gleichen Resultaten gekommen ist (L'Institut Nro. 687), nimmt noch zwei Hauptklassen von Ganglienkugeln entsprechend den beiden Faserklassen an, wozu ich nicht geneigt bin. Ich verweise desshalb auf meine jüngsten Mittheilungen an die K. Sozietät in Göttingen und auf einen Aufsatz, den ich Herrn Milne Edwards für die *Annales des sciences naturelles* gesendet habe. Ausführlicheres Detail werde ich im Supplementband zum Handwörterbuch der Physiologie geben.

10) In Robin's Abhandlung finde ich eine Arbeit von Harless citirt, die mir unbekannt ist, wornach die Primitivfasern von den Kernen der Ganglienzellen entspringen sollen, was ich nie gesehen habe.

Pisa, den 4. April 1847.

R. Wagner.

ANHANG.

Ueber die Endigung der Nerven in den Muskeln.

Wenige Tage, nachdem die Revision der voranstehenden Blätter nach Leipzig abgegangen war, bin ich so glücklich gewesen, die Vertheilung und Endigung der Nervenprimitivfasern in den Muskeln zu finden.

Um die nachstehenden Beobachtungen zu verifiziren, wird man am besten thun, sich an den alten Freund der Physiologen, den Frosch, zu halten. An allen Muskeln, bei weitem aber am besten an den mit dem Zungenbein in Verbindung stehenden *m. m. sternohyoideis, geniohyoideis, genioglossis*, *hyoglossis* lässt sich bei einiger Beharrlichkeit die Verzweigung der Nervenprimitivfasern bis an ihr letztes Eindringen zwischen die Muskelfibrillen verfolgen. Ich habe mich nun auch hier auf das Bestimmteste überzeugt, dass nirgends eine Schlingenbildung vorkommt. Der Schein der Schlingenbildung ist allerdings häufig, indem mehrere Primitivfasern, nachdem sie sich schon in Aeste getheilt haben, diese letzteren öfters bogenförmig zu anderen kleinen Bündelchen von ähnlichen Aesten von Primitivfasern senden. Ueberhaupt ist die Ansicht bei weitem nicht so klar, als im elektrischen Organ; aber eben, wenn man die Vertheilung hier gesehen hat, so wird es leichter, dieselbe auch in den Muskeln zu erkennen.

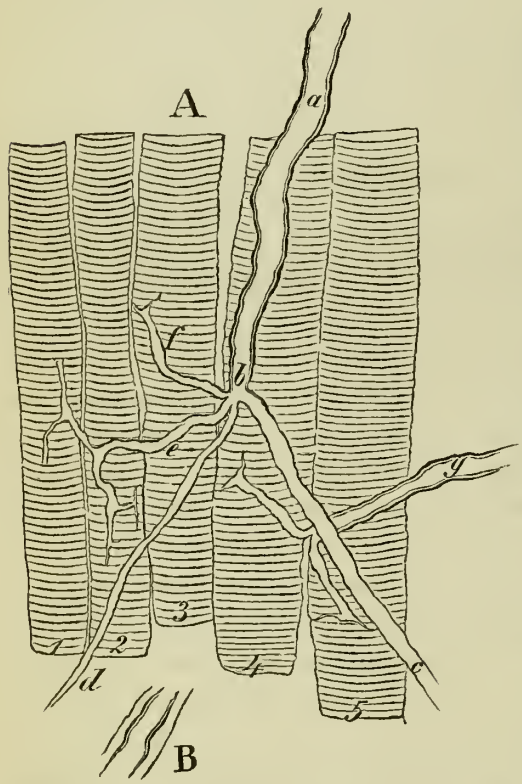
Der Typus ist folgender: Aus den feinsten, noch mit blossen Augen sichtbaren Nervenzweigen lösen sich Primitivfasern ab, welche an verschiedenen Stellen heraustreten, von feinen Scheiden umgeben zwischen den Muskelprimitivbündeln verlaufen. Sie verästeln sich, indem bald ein oder mehrere Aeste rechtwinklig davon abgehen, andere Aeste innerhalb derselben Richtung weiter verlaufen und an näher oder entfernter liegende Muskelbündelchen treten. Die Theilung ist entweder gabelförmig, sehr gespreizt oder in drei, auch vier feinere Endäste, von denen zuweilen einer ziemlich breit, nur blasser als die Primitivfaser selbst ist. Die Primitivfasern zeigen gewöhnlich die doppelten Conturen, welche man auch häufig in den feinsten Aesten wahrnimmt. Da, wo die Primitivfaser sich in Aeste theilt, wird, wie bei den Verzweigungen der elektrischen Nerven, das Mark immer etwas blasser. Nachdem die Primitivfasern eine grössere oder geringere Anzahl Aeste während ihres Verlaufs abgegeben haben, lösen sich dieselben am Ende büschelförmig in vier, fünf, ja in seltenen Fällen bis auf acht Aeste auf, wo das Verhältniss dann jenem im elektrischen Organ des Zitterrochens einigermassen ähnlich wird. Es zeigen sich übrigens weit beträchtlichere Verschiedenheiten, als im elektrischen Organ. Auch sind die Muskeln bei weitem nicht so dicht gedrängt mit Nervenplexus besetzt und die Aeste der Primitivfasern sind weit dünner.

Weit schwieriger ist es, das letzte Ende der oft nur $^1/_{500}$ Linie und darunter messenden Aestchen der Primitivfasern wahrzunehmen. Sobald dieselben nehmlich an den für sie bestimmten Muskelprimitivbündeln angelangt sind, scheint es (denn ich bin nicht ganz sicher), als durchbohrten sie die äussere durchsichtige Hülle des Bündels und verzweigten sich dann mit ausser

ordentlich feinen Aestchen, von $^1/_{800}$ bis $^1/_{1000}$ Linie Durchmesser, zwischen den Muskelfibrillen. Das eigentliche mit dunkeln Conturen versehene Mark hört schon etwas früher auf. Da, wo dasselbe aufhört, entzieht sich die Fortsetzung fast ganz auch den stärksten und besten Vergrösserungen. Doch gewahrt man feine wurzelförmige Ausläufer, ohngefähr von der eben angegebenen Feinheit, welche ich für die letzten Verästelungen der Primitivfaser zu halten geneigt bin.

Nie scheinen die Aeste zweier verschiedenen Nervenprimitivfasern zu anastomosiren, welches schon dadurch sehr unwahrscheinlich wird, weil in der Regel jeder Endast einer Primitivfaser zu einem anderen Muskelbündel geht.

Unter den zahlreichen Abbildungen, welche ich nach sehr verschiedenen Typen gefertigt habe, wähle ich die nachfolgende, nach einem Präparate aus dem *musc. genioglossus*, als eine der instruktiveren, heraus.



Die Primitivfaser *A*. *a* misst $^1/_{160}$ Linie und theilt sich bei *b* in vier Aeste. Der Ast *c* ist der stärkste, ungefähr $^1/_{250}$‴ dick. Er hat viel blassere Conturen und geht zu einem entfernteren Muskelbündel; eben so der zweite viel dünnere Ast, der unter $^1/_{400}$ Linie misst. (Er ist bei *B* mit seiner in der oberen Figur weggelassenen Scheide *a* dargestellt und zeigt die doppelten Conturen bei 600facher Vergrösserung.) Der Ast *e* ist kürzer und theilt sich bald gabelförmig in zwei Aeste, welche zu den Muskelbündeln 1 und 2 gehen. Vom unteren Theilungsast sieht man sehr feine Verästelungen abgehen, welche in das Innere des Bündels zu treten scheinen. Der ebenfalls kurze Ast *f* geht zum Muskelbündel 3, während die beiden zunächst gelegenen Muskelbündel 4 und 5 von einer anderen gabelförmig zweigetheilten Nervenprimitivfaser *g* mit Aesten versorgt werden.

Ich habe mich bemüht, im Herzen der Frösche, namentlich an der Scheidewand der Vorhöfe, die Nerven bis zu ihren Enden zu verfolgen, was mir aber nicht gelang.

Ich schliesse mit dem Wunsche, es möchte einem der jetzigen so zahlreichen Arbeiter auf dem Felde der mikroskopischen Anatomie gefallen, diese Verhältnisse weiter zu verfolgen. Als ich vor nunmehr 16 Jahren das Mikroskop zur Hand nahm, lag noch ein offenes, wenig bebautes Feld vor mir. Es war schon bei einer oberflächlichen Auffurchung des lange brachgelegenen Bodens leicht, Früchte in Fülle zu erhalten. Jetzt bedarf der Boden eines viel tieferen Pflügens und ich überlasse es Anderen, mit jüngeren und weniger ermüdeten Augen, zu den in diesen Blättern hingestreuten Aehren neue zu sammeln und Garben zu binden.

Möchte vor Allen Herr Professor Kölliker in Zürich, der mir auf meinen früheren Wegen so mannichfaltig gefolgt ist und in dessen neuester Arbeit über die Genesis der Samenfäden ich freudig die Vollendung desjenigen anerkenne, das ich vor zehn und mehr Jahren zuerst mit gründen und weiter bauen half, die hier in aphoristischer Kürze niedergelegten Thatsachen prüfen und erweitern.

Pisa, den 10. April 1847.

ERKLÄRUNG DER TAFEL.

Fig. I. Primitivfasern aus der hinteren Wurzel eines Rückenmarksnerven, vor dessen Eintritt ins Ganglion. *a* Eine ganz frische Faser, welche blos eine einfache dunkle Contur zeigt, und weder die feine Scheide, noch die innere Linie (d. h. zweite Contur) wahrnehmen lässt. *b* Eine Faser mit den gewöhnlichen doppelten Conturen, welche sich bei der ersten Veränderung der Faser so allgemein bilden. *c* Eine etwas dünnere und zum Theil varikös gewordene Faser. *d*, *d* Eine Faser, wo sich das Mark in einzelne Abtheilungen, in wurstförmige Stücke, getheilt hat, welche rundum die doppelte Contur zeigen und zwischen denen, auch um welche, die feine blasse Scheide * sichtbar wird. *e* Eine ähnliche Faser; das nach unten herausquellende Mark ** zeigt eine kolbenförmige Anschwellung mit den doppelten Conturen. *f* Ein Stück ausgeflossenes Nervenmark mit besonderer weckförmiger Gestalt. *g* Ein rund zusammengeflossenes ausgetretenes Stück Nervenmark.

Fig. II, *a*, *b* Zwei Nervenprimitivfasern aus den der Wurzel des *vagus* nahen, in das elektrische Organ ausstrahlenden Bündeln. *c* Eine Nervenprimitivfaser aus dem elektrischen Ast des *trigeminus*. *d* Die Scheide einer Primitivfaser aus einem Aste der *rami electrici nervi vagi*, welche acht Tage in wässerigem Weingeist gelegen hatte. *a*, *a* Das entleerte Mark. Die Scheide von *a*, *b*, *c* sieht man an den Rändern in *; innerhalb der Fasern der Scheide liegen die Kerne * *.

Fig. III. Eine bereits sehr stark gewordene Primitivfaser eines elektrischen Zweiges des *vagus A*, von einer dicken gefaserten Scheide *a*, *a* umgeben, in welcher Kerne *b*, *b* liegen, theilt sich am Ende bei + in eine Anzahl, hier zwölf, feinere Aeste, welche frisch immer nur die einfachen dunkeln Conturen zeigen, nach aussen aber von einer ziemlich weiten Scheide *e*, *e*, *e* umgeben und überall hin begleitet werden. Man sieht, wie diese Scheiden von der Scheide der Primitivfaser *A a* ihren Ursprung nehmen und auch zahlreiche Kerne *b*, *b*, *b* enthalten. Aeste von anderen Primitivfasern, *d*, *d*, sieht man gleichfalls darunter sich ausbreiten, sich ähnlich theilen und Netze bilden. Aus einer solchen bogenförmigen Verbindung kommt ein Zweig *f*, *f*, welcher bald feiner wird und in die feinsten Verästelungen übergeht, welche in *g*, *g* Maschen in dem fein punktirten Muttergewebe des elektrischen Organs bilden, wo die runden Kerne *h*, *h* abgelagert sind.

Fig. IV. Denselben Endzweig einer Primitivfaser, welcher in der vorigen Figur in *f* dargestellt ist, sieht man hier in *A* mit seinen Endverzweigungen abgebildet. Man sieht die feine Scheide *a*, in welcher ein Paar getrennte Stücke des Nervenmarks in *b* und *c* noch mit doppelten Conturen liegen. Das untere Stück *c* ist nach unten offen und hier in *d*, wo Scheide und Mark nicht mehr unterscheidbar sind, scheint letzteres ein graues bröckeliges Gefüge anzunehmen, in welcher Gestalt man es in alle Endzweige *d*, *d* verfolgen kann, welche Maschen im Gewebe des elektrischen Organs formiren, in welchem man wieder die Kerne *e*, *e* unterscheidet.

In *B* und *C* sind ein Paar andere solche Endäste dargestellt, um die kleinen Verschiedenheiten zu zeigen. Die Scheide *a* theilt sich nach unten in *d* gabelförmig. Das Nervenmark in *B* entspringt als *c* ohne Unterbrechung aus dem Aste eines Zweigs der Primitivfaser *A Fig. III*; es ist nach unten ebenfalls ungeschlossen, während in *C* das untere Markstückchen *c* auch nach unten geschlossen ist und wie bei *d*, *d Fig. I* doppelte Conturen zeigt. (Bildungen wahrscheinlich schon in Folge von Alteration des Marks.)

Fig. V. a—f Primitivfasern und Ganglienzellen aus dem Spinalnerven eines gewöhnlichen Rochen *(Raja)*. *a*. Eine der breiten Primitivfasern aus der hinteren Wurzel des Spinalnerven, aus welcher am Ende * das Mark kolbenförmig austritt. *b* Eine fast dreimal dünnere, etwas variköse Faser ebendaher. *c* Eine Ganglienzelle aus demselben Spinal-Ganglion. Man sieht sehr deutlich die äussere Hülle bei *, welche unmittelbar in die Scheide

der Primitivfaser α und β, welche von der Ganglienzelle entspringt, sich fortsetzen. Der körnige Inhalt * * setzt sich namentlich deutlich in die Primitivfaser α fort. Der bläschenartige Kern mit seinen Kernkörperchen ist in + deutlich. *d* Eine etwas kleinere, sonst ähnlich gebaute und geformte Zelle aus demselben Ganglion giebt an beiden Enden die beiden dünneren Primitivfasern γ und δ ab. *e* Eine geplatzte Ganglienzelle *e*, von welcher auf der einen Seite eine Nervenprimitivfaser entspringt, entleert auf der anderen Seite in *f* ihren feinkörnigen Inhalt, der als eiförmige Masse beisammenbleibt und seinen bläschenartigen Kern mit dem Kernkörperchen am Rande zeigt.

Die Gruppe *g* und *h* sind Ganglienzellen aus dem Knoten an der Wurzel eines der Kiemenzweige des *n. vagus* aus *Torpedo*, wo ich die Ursprünge der Primitivfasern zuerst entdeckte. *g* ist ein frischer, normaler, ansehnlicher Ganglienkörper mit den entsprechenden Faserursprüngen. Man sieht in α das feinkörnige Mark sich noch eine Strecke in die Faser fortsetzen, welche darnach bald die dunkeln Conturen des Markzylinders erkennen lässt; die Faser des anderen Endes γ ist kürzer abgerissen und man sieht ihren Ursprung etwas unterhalb des Randes. *h* sind zwei kleinere Zellen, von welchen die Primitivfasern abgerissen sind, wie sie sich in ähnlicher Weise bei Fröschen und höheren Wirbelthieren gewöhnlich darstellen.

Fig. VI. a—o. Eine Anzahl Ganglienzellen mit entspringenden Primitivfasern aus dem Wurzelganglion des *trigeminus*. In dem Ganglienkörper oder der Ganglienzelle *a* war zwar der bläschenartige Kern nicht sichtbar, desto schöner sieht man hier den Ursprung des Nervenmarks begrenzt in *b* tief in dem körnigen Inhalt, nicht so begrenzt in *e*. Die Scheide *d* und *e* geht unmittelbar von beiden Primitivfasern in die Hülle der Ganglienzelle über. Beide Fasern *c* und *f* zeigen die doppelten Conturen des Marks sehr schön. Die Ganglienzelle *g* lässt in der entspringenden Faser *h* den feinkörnigen Inhalt erkennen wie in der Zelle, während in *i* das Mark mit einfacher Contur sichtbar ist. In der Zelle selbst in *k* liegt ein wurstförmiges Stück, welches ganz das Ansehen von Nervenmark mit doppelten Conturen zeigt. Kleiner ist die Zelle *l* mit Kern und Kernkörperchen; die beiden hiervon entspringenden Primitivfasern *m m* sind viel feiner als die der vorhin beschriebenen Zellen und zeigen feinkörnigen Inhalt. In der Zelle *n* ist die eine Faser abgerissen und hier in *o* der feinkörnige Inhalt ausgetreten. Die Zelle *p* aus einem Spinalknoten zeigt die regelmässigen konstitutiven Elemente einer Ganglienzelle; nach oben entspringt in *q* eine feinere, nach unten eine stärkere Primitivfaser und an dieser Stelle schwillt das ausfliessende Mark kolbenförmig an, rundum mit doppelten Conturen.

Die Zelle *s*, sehr gross, aus demselben Spinalganglion, zeigt das austretende Mark in *t* und zugleich eine eigenthümliche Bildung in *u*, *u*, von der es zweifelhaft ist, ob sie den biscuitförmig austretenden Kern oder einen hellen Centralinhalt der Zelle selbst darstellt. *v* ist der hüllenlose Inhalt einer ähnlichen Zelle, der noch Kern mit Kernkörperchen einschliesst. * Eine kleine etwas asymmetrische Zelle aus einem *vagus* Ganglion von einem Haifisch, wo die Primitivfasern mehr nach der einen Seite entspringen.

Fig. VII. Ganglienzellen *a—d* aus einem Spinalganglion eines Rochen *(Raja)*, der jedoch schon seit 3 Tagen todt war. *a* Eine grosse Ganglienzelle, wo Hülle und Inhalt schärfer abgesetzt sind, als gewöhnlich; der bläschenartige Kern * zeigt, was zuweilen vorkommt, zwei Kernkörperchen, *b* Eine ähnliche, etwas kleinere Zelle. Bei *a* und *b* wurden die gegen das Rückenmark und gegen die Peripherie streichenden Primitivfasern sehr weit verfolgt, eben so bei der Zelle *c*, wo feine Fasern davon entspringen. Die Zelle *d* zeigte nur nach einer Seite eine Faser; wahrscheinlich war sie nach der anderen dicht an der Zelle abgerissen. Die Zelle *e* mit davon entspringenden Primitivfasern ist aus dem Seitennerven eines Haifisches genommen und 24 Stunden mit Aether behandelt worden.

Fig. VIII. und *IX.* Primitivfasern aus der Wurzel des *trigeminus*. *a* und *b* ein Paar breite Fasern, übereinanderliegend. Beide zeigen nach aussen in *c* die feine Scheide; in *a* zeigt das Mark nur die einfache doppelte Contur, in *b* sieht man bereits die zwei Conturen; die innere Contur ist feiner. *Fig. IX.* sind ein Paar feine Primitivfasern bei derselben Vergrösserung wie *Fig. VIII.* gezeichnet; beide sind etwas varikös, zeigen nach aussen die blassen Conturen der Scheide *c*, *c*, nach innen die doppelten Conturen des Marks.

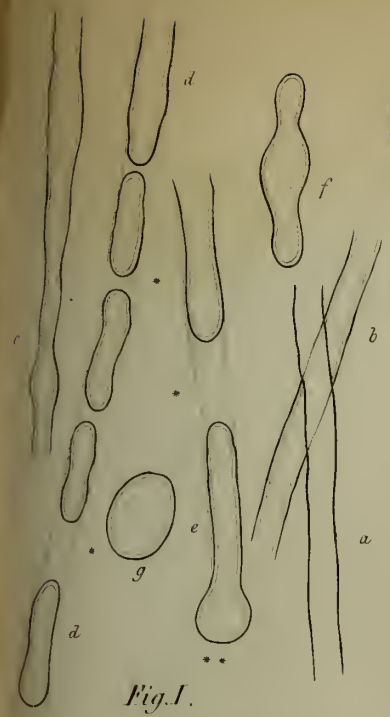


Fig. I.

Fig. V.

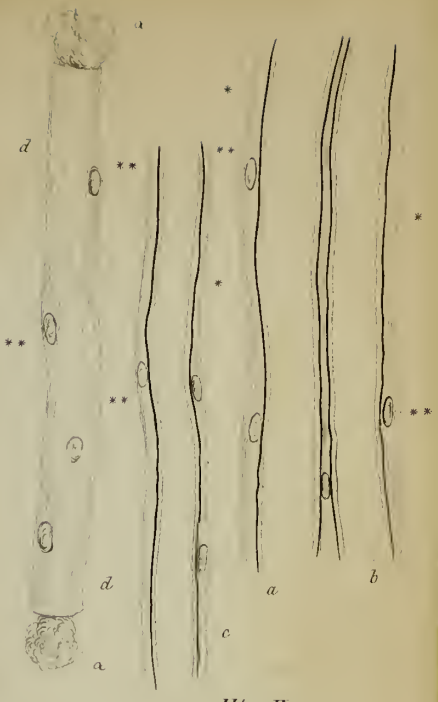


Fig. II.

Fig. III.

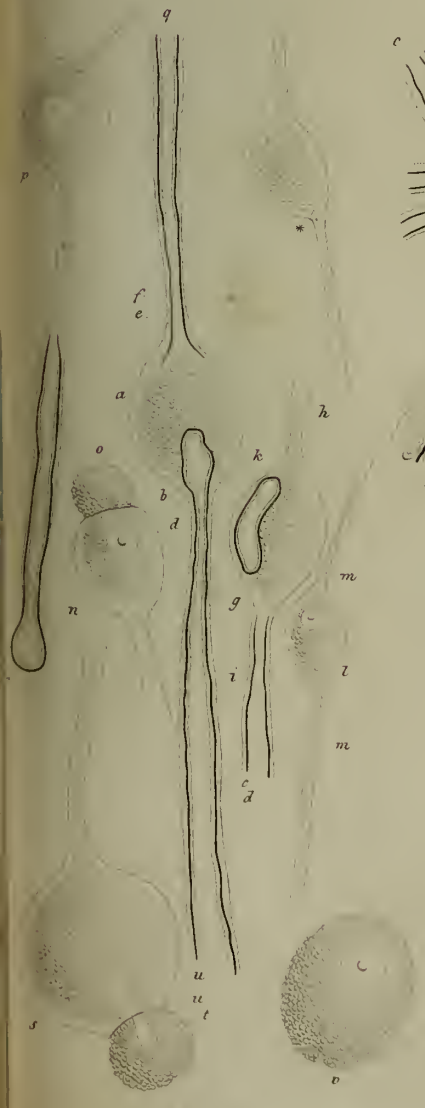


Fig. VI.

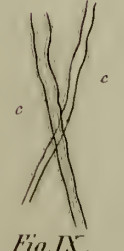


Fig. IX.

Fig. IV.

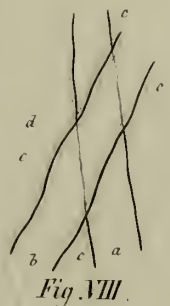


Fig. VIII.

Fig. VII.